

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Offenlegungsschrift
③ DE 196 10 554 A 1

④ Int. Cl.:
G 01 P 15/08
H 01 L 49/00
G 01 P 15/10

⑤ Aktenzeichen: 196 10 554.4
⑥ Anmeldetag: 18. 3. 96
⑦ Offenlegungstag: 24. 10. 96

DE 196 10 554 A 1

⑧ Unionspriorität: ⑨ ⑩ ⑪
19.04.95 GB 8507930

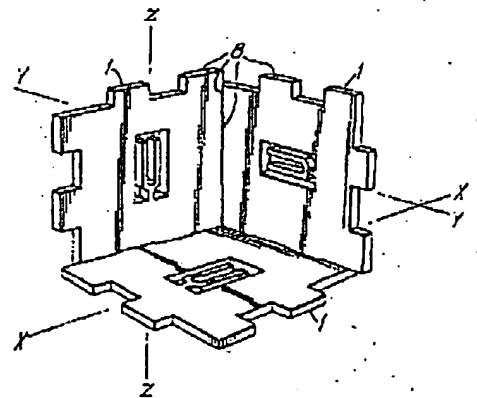
⑫ Anmelder:
Smiths Industries plc, Ltd. Co., London, GB

⑬ Vertreter:
Patentanwälte Charrier und Dr. Rapp, 86153
Augsburg

⑭ Erfinder:
FitzPatrick, Roger Sean, Cheltenham,
Gloucestershire, GB

⑮ Beschleunigungssensorbaugruppe

⑯ Eine Beschleunigungssensorbaugruppe weist drei Siliziumchips (1) auf, aus denen durch mikromechanische Bearbeitung Vibrationsensoren herausgearbeitet sind. An den Rändern der Chips (1) sind einander abwechselnde Vorsprünge und Vertiefungen vorgesehen, womit die drei Chips (1) ineinandersteckbar sind und somit durch das Zusammenstecken rechtwinklig zueinander verlaufen.



DE 196 10 554 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beschleunigungssensorbaugruppe nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Es ist bekannt, aus monolithischen Blöcken wie beispielsweise Siliziumscheiben Beschleunigungssensorbauteile als Festkörper durch mikromechanische Bearbeitung herzustellen. Hierbei dienen oszillierende Stimmgabeln dem Erfassen von Resonanzen, wenn sie Rotationsbeschleunigungen ausgesetzt sind. Zum Erfassen von Linearbeschleunigungen dienen Zungen, an deren freien Enden Massen angeordnet sind. Diese Sensoren sind hierbei einstückig zu dem Blockmaterial, aus dem sie herausgearbeitet wurden. Es ist auch bekannt, in das Blockmaterial analoge und/oder digitale elektrische Schaltkreise zu integrieren, wie beispielsweise Treiberschaltungen, Sensorschaltungen, Verarbeitungsschaltungen und Signalschaltungen, womit sich aktive Festkörperbauteile oder Chips ergeben.

Diese bekannten Vorrichtungen werden durch mikromechanische Bearbeitung von im wesentlichen zweidimensionalen ebenen Blöcken oder Scheiben hergestellt, so daß die Stimmgabeln und die Linear Sensoren in der Ebene des Materials liegen. Hierbei erfassen die Stimmgabeln Drehungen um ihre Symmetrieachse, während die Linear Sensoren Linearbeschleunigungen erfassen, welche rechtwinklig zu ihrer Symmetrieebene verlaufen. Bei einem ebenen mikromechanisch bearbeiteten Block können Stimmgabeln rechtwinklig zueinander angeordnet werden, so daß Drehbeschleunigungen in zwei Achsen erfaßt werden, während eine Linearbeschleunigung rechtwinklig zur Ebene des ebenen Blocks erfaßbar ist.

Um Drehungen um drei rechtwinklig zueinander verlaufende Achsen zu erfassen, ist es bekannt, zwei der vorgenannten Bauteile in einer dreidimensionalen Form miteinander rechtwinklig zu verbinden. Um Linearbeschleunigungen in drei rechtwinklig zueinander verlaufenden Achsen zu erfassen, müssen drei Bauteile miteinander verbunden werden. Sollen die Beschleunigungseffekte genau gemessen werden, müssen die zwei bzw. drei Bauteile bzw. Chips genau rechtwinklig zueinander ausgerichtet werden. Da die ebenen Vorrichtungen klein sind, ist es schwierig und kostspielig, bei der Montage die Chips genau rechtwinklig zueinander auszurichten.

Es besteht die Aufgabe, zwei oder mehr Beschleunigungssensorchips so auszubilden, daß bei ihrem Zusammenbau eine einwandfreie rechtwinklige Ausrichtung sich ergibt.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Ausführungsbeispiele werden nachfolgend an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Sensorchip mit randseitigen Verzahnungen;

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Sensorchip mit im Bereich seiner Ränder liegenden Verzahnungsbohrungen und randseitigen Verzahnungszungen;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer aus drei Sensorchips nach Fig. 1 bestehenden Baugruppe;

Fig. 4 eine Explosionsdarstellung einer aus drei Sensorchips nach Fig. 2 bestehenden Baugruppe;

Fig. 5a eine perspektivische Ansicht einer aus sechs Sensorchips nach Fig. 2 bestehenden Baugruppe;

Fig. 5b eine perspektivische Ansicht eines Trägerchips zur Montage mit einer Baugruppe nach Fig. 5a;

Fig. 5c eine perspektivische Ansicht einer Baugruppe, bestehend aus der Baugruppe nach Fig. 5a und dem Trägerchip nach Fig. 5b;

Fig. 6 eine perspektivische Teilansicht der Verbindung in Form einer Verzahnung zwischen zwei Sensorchips nach Figur 1;

Fig. 7 eine Draufsicht auf eine elektrische Verbindung zwischen zwei Sensorchips;

Fig. 8 eine Draufsicht auf eine weitere elektrische Verbindungsart zwischen zwei Sensorchips;

Fig. 9a eine perspektivische Ansicht der Zapfverbindungsteile zweier Sensorchips nach Fig. 2;

Fig. 9b eine perspektivische Ansicht der Zapfverbindung zweier Sensorchips nach Fig. 9a;

Fig. 10a eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Verbindungsteils mit elektrischen Anschlüssen bei einem Chip nach Fig. 1 vor der Montage;

Fig. 10b eine perspektivische Ansicht der Verbindung eines Chips nach Fig. 1 mit einem Chip nach Fig. 10a;

Fig. 11a eine perspektivische Ansicht zweier randseitig ineinandergreifender Sensorchips nach Fig. 1;

Fig. 11b eine perspektivische Ansicht einer elektrischen Verbindungskomponente zur Verbländung der ineinandergreifenden Sensorchips nach Fig. 11a; und

Fig. 11c eine perspektivische Ansicht der zwei randseitig ineinandergreifenden Sensorchips nach Fig. 11a mit einer daran angeordneten Komponente nach Fig. 11b.

Die Fig. 1 zeigt einen ebenen Siliziumchip 1, in dessen Mittenbereich ein zum Chip einstückiger Drehbeschleunigungssensor 2 angeordnet ist, der die Form einer Stimmgabel aufweist und durch mikromechanische Bearbeitung hergestellt wurde. Der Sensor 2 ist empfindlich auf Drehbeschleunigungen um eine X-Achse, welche parallel zu den Armen der Stimmgabel verläuft und in der Schwingungsebene liegt.

Der Sensor 2 steht mit Anregungstreibern 3 und mit Resonanzsensoren 4 in Wirkverbindung, welche über elektrische Leiterbahnen 5 an einen integralen Prozessor 6 angeschlossen sind, der seinerseits verbunden ist mit flachen elektrischen Leiterbahnen 7 am Rand des Chips. Die Ränder des Chips sind unter Verwendung der gleichen Technik mikromechanisch bearbeitet, wie dies bei der Bildung der Stimmgabel 2 der Fall ist, um während des gleichen Bearbeitungsvorgangs genaue kantenüberlappende Verbindungsformstücke 8 zu erhalten. Die Formstücke 8 bestehen aus einer Reihe von rechteckigen Vorsprüngen und Vertiefungen längs der Ränder des Chips 1. Hierbei stehen den Vorsprüngen an einer Seite Vertiefungen an der gegenüberliegenden Seite gegenüber und an die Vorsprünge der einen Seite schließen sich Vertiefungen an der dazu rechtwinklig verlaufenden Seite an.

Die Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform eines ebenen Siliziumchips 1', welcher dazu einstückig eine Anordnung von Beschleunigungssensoren umfaßt, bestehend aus zwei integralen mikromechanisch bearbeiteten Drehsensoren 2' in Form von Stimmgabeln, welche rechtwinklig zueinander angeordnet sind, um Drehbeschleunigungen um rechtwinklig zueinander verlaufenden Achsen X und Y zu erfassen. Einstückig zum Chip 1' ist weiterhin ein mikromechanisch bearbeiteter Linearbeschleunigungssensor 9 in der Form einer Zunge vorgesehen, der Beschleunigungen in einer Z-Achse erfaßt, welche rechtwinklig zur Ebene des Sensors und rechtwinklig zu den X- und Y-Achsen verläuft. Die Zunge ist an ihrem freien Ende verdickt. In der

Nähe seiner Ränder weist der Chip 1' innerhalb seines Körpers angeordnete Zapflöcher 10 und an seinen Rändern dazu entsprechende vorspringende Zapfzungen 11 auf, wobei die Löcher und die Zungen durch mikromechanische Bearbeitung während des gleichen Prozesses hergestellt wurden wie die Stimmgabeln 2' und der Sensor 9. Die Löcher 10 und die Zungen 11 weisen jeweils elektrische Leiterbahnen 7 auf (siehe Fig. 7). Die Zapfzungen 11 sind jeweils um eine halbe Teilung zu den Zapflöchern 10 angeordnet.

Die Fig. 3 zeigt einen Zusammenbau von drei identischen ebenen Siliciumchips 1' der Fig. 1, aus der verdeutlicht wird, wie die Vorsprünge und Vertiefungen an den Rändern, welche die Verbindungsformstücke 8 bilden, randseitig verzahnend ineinandergreifen, um eine dreidimensionale Sensorvorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, Drehbewegungen um die rechtwinklig zueinander verlaufenden Achsen X, Y und Z zu erfassen.

Die Fig. 4 verdeutlicht den Zusammenbau von drei ebenen Siliciumchips 1' der Fig. 2. Nach dem Zusammenbau greifen die Zapfzungen 11 in die Zapflöcher 10 ein, so daß eine dreidimensionale Sensorvorrichtung entsteht, bei der jeweils zwei Sensoren zur Drehbeschleunigungsmessung in jeder der drei Achsen X, Y und Z vorgesehen sind, bestehend aus unterschiedlich ausgerichteten stimmgabelförmigen Sensoren 2'. Für Beschleunigungsmessungen in jeder der drei Achsen X, Y und Z ist jeweils ein einziger Beschleunigungssensor 9 vorgesehen. Hierbei ist anzumerken, daß weitere Sensoren zum Chip einstückig vorgesehen sein können, welche miteinander fluchten oder unterschiedlich orientiert sind, um die Redundanz der Vorrichtung zu erhöhen und die Meßmöglichkeit in jeder der Achsen zu vergrößern.

Die Fig. 5a zeigt eine geschlossene Baugruppe 12 aus sechs Siliciumchips 1' der Fig. 2, wobei für jede der drei Achsen vier Drehsensoren und zwei Linearbeschleunigungssensoren vorgesehen sind. Einen Sockelchip 13 zeigt die Figur 5b zur Aufnahme der Baueinheit 12, der in einer rechteckigen Erhebung Ausnehmungen 14 aufweist, in welche Zapfzungen 11 der Baugruppe 12 passen, so daß eine Baueinheit nach Fig. 5c entsteht. Der Sockelchip 13 weist Leiterbahnen 15 auf, welche in Kontakt treten mit den entsprechenden Leiterbahnen der Baugruppe 12, wobei diese Leiterbahnen 15 über weitere Leiterbahnen 16 in elektrischer Verbindung stehen mit den flachen Leiterbahnen 17 am Rand des Sockelchips 13.

Die Fig. 6 zeigt die ineinandergreifende Eckverbindung zweier Siliciumchips 1' nach Fig. 1, wobei die flachen elektrischen Verbindungsleiterbahnen 7 der Verbindungsformstücke 8 jedes Chips nahe beieinander verlaufen. Die Leiterbahnen 7 der beiden Chips können elektrisch miteinander verbunden werden durch jeweils eine Lötverbindung 18 wie in Fig. 7 gezeigt oder durch jeweils eine Drahtverbindung 19 gemäß Fig. 8.

Die Fig. 9a zeigt ein Zapfloch 10 und eine Zapfzunge 11 zweier Sensorchips 1' nach Fig. 2. Wird die Zapfzunge 11 in das Zapfloch 10 eingesteckt, wird eine elektrische Verbindung zwischen den beiden Chips hergestellt. Hierbei sind am Zapfloch 10 die Leiterbahnen 7 über Eck in das Loch 10 geführt. Außerdem verzahnen sich Zapfloch 10 und Zunge 11 keilförmig zur gegenüberliegenden Seite, so daß, wenn nach Fig. 9b ineinandergesteckt, die flachen Leiterbahnen 7 gegeneinandergedrückt werden.

Gemäß Fig. 10a stehen die Enden der Leiterbahnen 7 zungenförmig über den Rand des Vorsprungs des Chips

1 in die Vertiefung über, was durch Photoätzen des Chips bewirkt wird. Werden zwei Chips ineinandergesteckt, werden die überstehenden Enden der Leiterbahnen gebogen und treten in Kontakt mit den Leiterbahnen 7 des anderen Chips, wie in Fig. 10b dargestellt.

Bei der in Fig. 11a gezeigten Ausführungsform sind die Vorsprünge und Vertiefungen zweier randseitig ineinandergesteckter Chips mit ihren Leiterbahnen 7, 5 dargestellt. Die randseitigen flachen Leiterbahnen 7 der beiden Chips werden durch eine zusätzliche elektrische Baukomponente 20 miteinander verbunden, die aus einem nichtleitenden Trägermaterial besteht, auf welcher Leiterbahnen mit Zungen 7' angeordnet sind, die elektrisch durch Leiterbahnen 5" miteinander verbunden sind. Die Zungen verlaufen rechtwinklig zueinander, so daß, wenn die Komponente 20 aufgesetzt wird, die Zungen die Leiterbahnen 7 der beiden rechtwinklig zueinander verlaufenden Chips 1 miteinander verbinden, wie dies in Fig. 11c dargestellt ist.

Andere Verbindungsformen können ebenfalls verwendet werden. Es ist nicht wesentlich für die ebenen Chips rechtwinklig zueinander angeordnet zu werden. Sie können auch unter anderen Winkeln zusammengefügt werden. Obwohl bevorzugt Beschleunigungssensoren aus dem gleichen Material wie die Chips bestehen, ist es auch möglich, sie separat herzustellen, um sie sodann an Montageplatten zu befestigen, die die vorerwähnten randseitigen Verbindungsformstücke aufweisen.

Die Steifigkeit der Baueinheiten hängt ab von der Geometrie der Verbindungsstücke und der Art der elektrischen Verbindungen. Konventionelle Schweiß- und Vergußtechniken können zur Verbesserung der Steifigkeit der Struktur verwendet werden.

Die Geometrie der Sensoren in den ebenen Bauteilen kann entweder während oder nach deren Herstellung und vor dem Zusammenbau verändert werden, um Schwingungsresonanzen oder andere Kreuzkopplungseffekte zwischen den Sensoren zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Beschleunigungssensorbaugruppe mit ersten und zweiten ebenen, Beschleunigungssensoren tragenden Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, daß die ebenen Bauteile (1, 1') ineinandergreifende Oberflächenstrukturen (8, 10, 11) aufweisen, die die Bauteile (1, 1') winkelmäßig zueinander fixieren.
2. Baugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ineinandergreifenden Oberflächenstrukturen (8, 10, 11) die ebenen Bauteile (1, 1') rechtwinklig zueinander fixieren.
3. Baugruppe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenstrukturen (8, 10, 11) im Bereich mindestens eines Rands der ebenen Bauteile (1, 1') angeordnet sind.
4. Baugruppe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenstrukturen aus einander abwechselnden Vorsprüngen und Vertiefungen (8) mindestens längs eines Rands der ebenen Bauteile (1) bestehen, die miteinander verzahnt in Eingriff stehen.
5. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenstruktur bei mindestens einem der ebenen Bauteile (1') aus mindestens einer Öffnung (10) im ebenen Bauteil (1') besteht, in welchen eine Zunge (11) des anderen ebenen Bauteils (1') in Form einer

Verzapfung eingreift.

6. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus drei ebenen Bauteilen (1, 1') besteht, welche rechtwinklig zueinander angeordnet sind und welche durch die ineinandergreifenden Oberflächenstrukturen (8, 10, 11) winkelmäßig zueinander fixiert sind. 5

7. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Festkörpervibrationssensoren (2, 2') sind. 10

8. Baugruppe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jedes ebene Bauteil zwei Vibrations-sensoren (2') aufweist, die rechtwinklig zueinander angeordnet sind.

9. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren einen Linearbeschleunigungssensor (9) in Zungenform umfassen. 15

10. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (2, 2') aus dem Material der ebenen Bauteile (1, 1') herausgearbeitet sind. 20

11. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ebenen Bauteile (1, 1') die Elektronik (3, 4, 5, 6) für die Sensoren (2, 2') tragen. 25

12. Baugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ebenen Bauteile (1, 1') elektrisch miteinander an Stellen verbunden sind, die im Bereich der ineinandergreifenden Oberflächenstrukturen (8, 10, 11) verlaufen. 30

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1. *

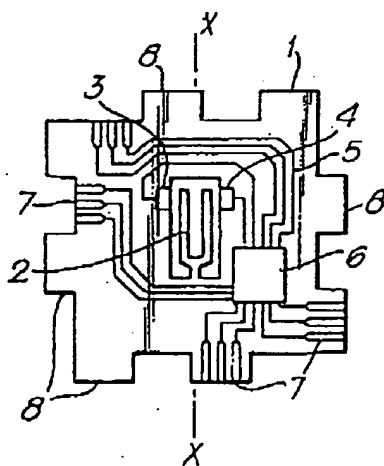


Fig.2.

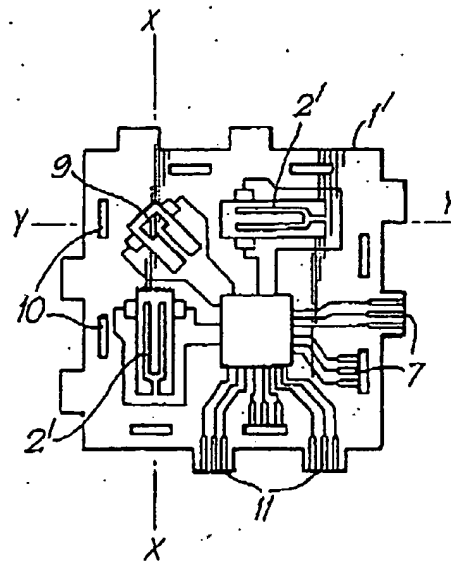


Fig.3.

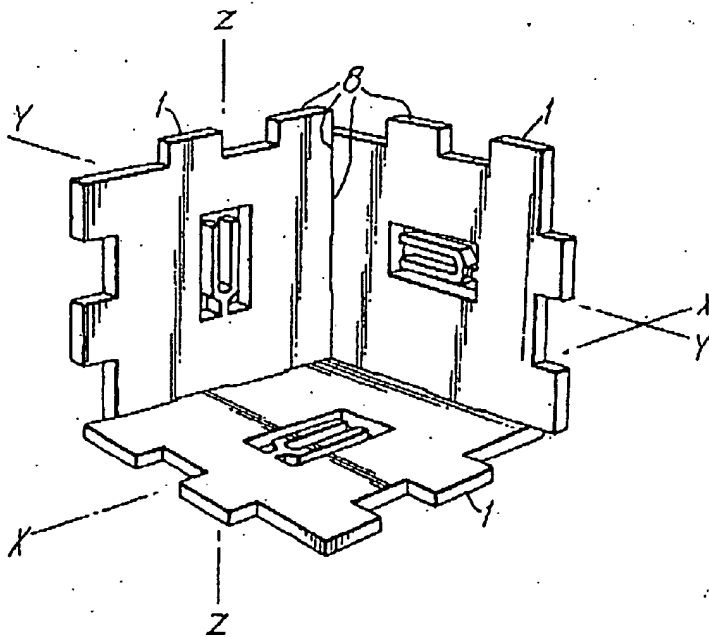


Fig.4.

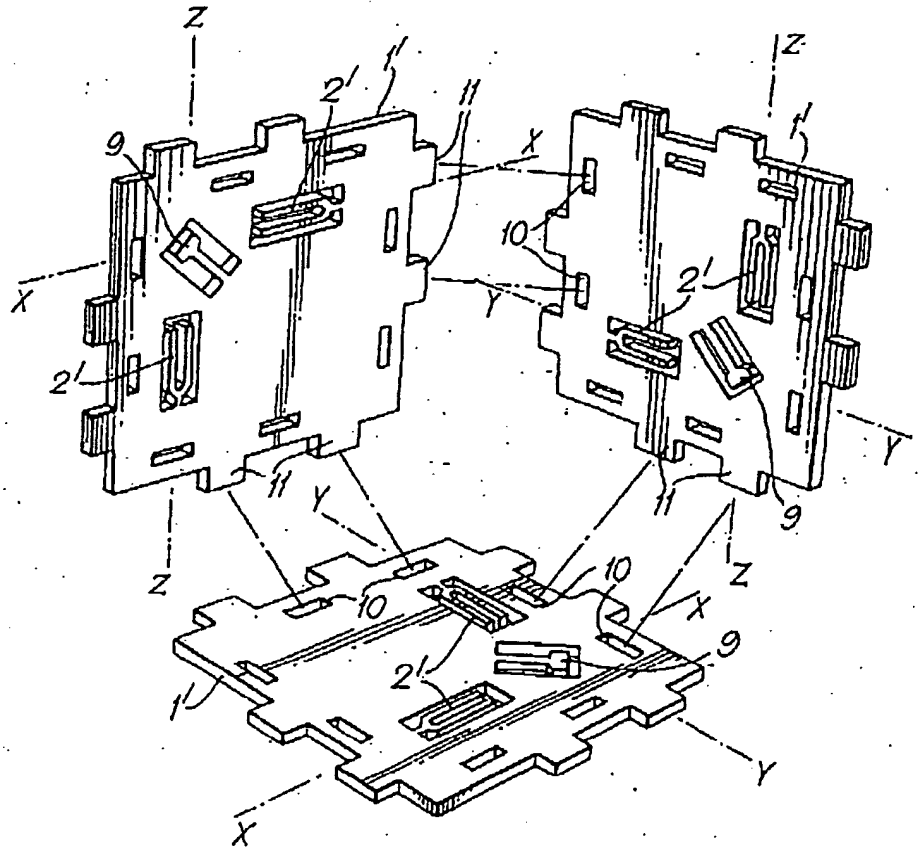


Fig.6.

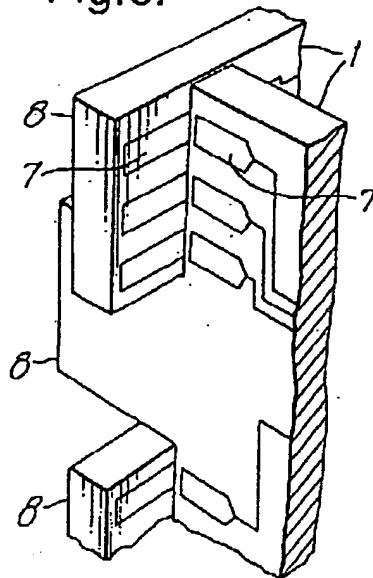


Fig.7.

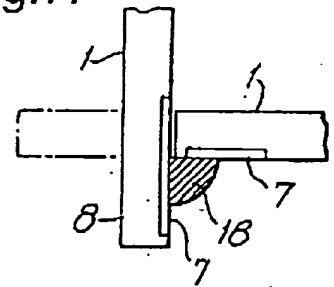


Fig.8.

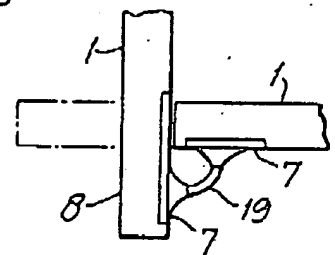


Fig.9a.

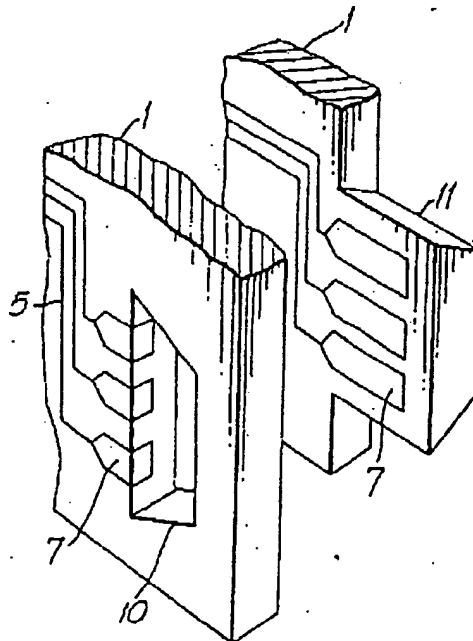


Fig.9b.

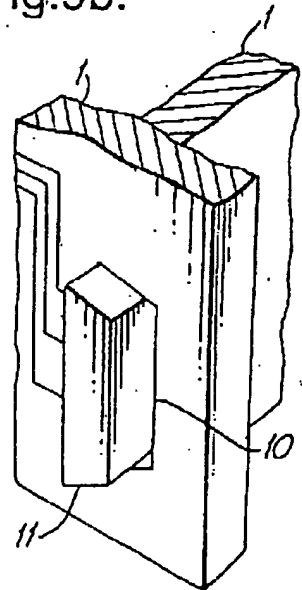


Fig.10a.

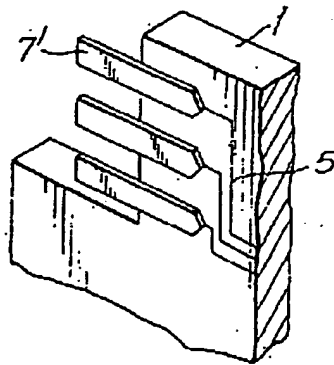


Fig.10b.

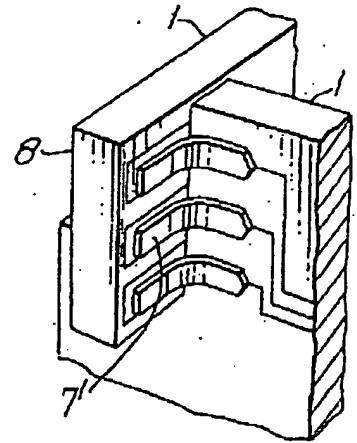


Fig.11a.

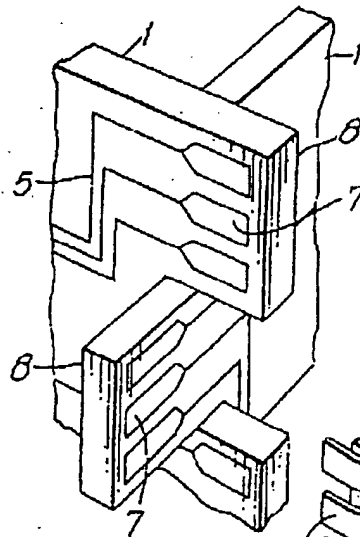


Fig.11b.

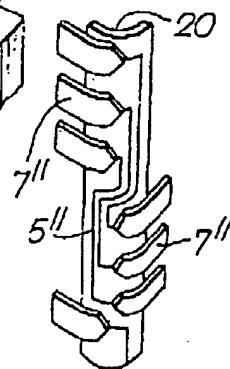


Fig.11c.

